پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارهٔ۲، نیمهٔ دوم ۱۳۹۷، صفحهٔ ۲۱۹-۲۰۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 204-219
DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.57711

تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشهٔ و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.)

سعید صانعی[1]، مرتضی گلدانی[2]* و مهدی پارسا[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،
sa1239079@ymail.com
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد،
parsa@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل‌شده در سال۱۳۹۴ انجام شد. فاکتور اول شامل شش تیمار کودهای زیستی ۱) نیتروکسین® (حاوی باکتری‌های.*Azotobacter* sp و*Azospirillum* sp)، ۲) بیوفسفر® (PSB) (حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات.*Bacillus* sp و.*Pseudomonas* sp)، ۳) باکتری همزیست لوبیا (*Rhizobium*، مجموعی از کودهای زیستی همزیست لوبیا)، ۴) ترکیب کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر ۵)، ۶۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۶) تیمار شاهد و فاکتور دوم شامل دو رقم لوبیا(COS16 و ۲۱۶۷۶) بود. نتایج نشان داد که وزن خشک ریشه، سطح ریشه، قطر ریشه، مجموع طول ریشه، حجم ریشه، وزن خشک کل اندام هوایی، وزن خشک برگ، ارتفاع، تعداد غلاف دربوته و تعداد دانه درغلاف تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اختلافات معنی‌داری را نشان دادند. رقم۲۱۶۷۶ در صفات وزن خشک ریشه، سطح ریشه، قطرریشه و رقم COS16 در صفات حجم ریشه و مجموع طول ریشه کارآیی بهتری داشتند. در صفات وزن خشک ریشه، سطح ریشه، مجموع طول ریشه کود زیستی نیتروکسین و در صفت حجم ریشه بیوفسفر از سایر تیمارهای کودی برتر بودند. به‌طورکلی نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غلاف و دانه در غلاف در تیمار نیتروکسین و رقم COS16، و کمترین میزان در تیمار شاهد و رقم۲۱۶۷۶ به‌دست آمد. در این تحقیق، به نظر می‌رسد باکتری‌های.*Azotobacter* sp و .*Azospirillum* sp که اصلی‌ترین محتویات کود زیستی نیتروکسین را شامل می‌شوند، به دلیل توانایی بالا در تثبیت نیتروژن و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اثرات مثبتی بر صفات مورد بررسی بخصوص در رقم۲۱۶۷۶ از خود نشان داد.

واژه های کلیدی: بیوفسفر، حبوبات، کودهای بیولوژیک، نیتروکسین

مقدمه

حبوبات علاوه بر جایگاه مهمی که در تأمین نیازهای غذایی اقشار کم‌درآمد جامعه دارند، یکی از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین گیاهی می‌باشند. لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* با داشتن ۲۲درصد پروتئین، ۶۲درصد نشاسته و ۲درصد چربی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی جهان و منبع ارزان‌قیمت پروتئین به حساب می‌آید و پتانسیل مناسبی را برای تأمین پروتئین مورد نیاز رژیم غذایی جامعه دارد (Troeh & Loynachan, 2003).

افزایش تولید در واحد سطح همراه با مصرف نامتعادل آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی (Khaje Hosseini & Koocheki, 2008)، باعث افزایش هزینه انرژی‌های سوخت، کاهش راندمان و بازتاب‌های منفی زیست‌محیطی شده است (Jury *et al*., 2010 ؛Lund, 2007). گرایش جدید جامعه جهانی به سمت کشاورزی پایدار در راستای کاهش استفاده از نهاده‌های مختلف شیمیایی و همچنین کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی

*نویسنده مسئول: goldani@um.ac.ir

پایدار خاک برخوردار است (RezvaniMogaddam *et al*., 2010). از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد که امروزه در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند، می‌توان به جنس آزوسپیریلوم و نیتروژنوباکتر اشاره کرد. از فواید همزیستی گیاه با این باکتری‌ها تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین (Saleh Rastin, 2001) جیبرلین، سیتوکینین (Bashan, 2005)، ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین های B، اسیدنیکوتینیک، اسیدپنتوتینیک و بیوتین (Kader, 2002)، توسعۀ سیستم ریشه‌ای، بهبود جذب آب و عناصر غذایی (Okon & Labandera, 1994) و تثبیت بیولوژیک نیتروژن (Esitken *et al*., 2010) است. اثرات مثبت کودهای آلی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان مورد شناسایی قرارگرفته است (Gliessman, 1998; Wallace, 2001; Celik *et al*., 2004). استفاده از ریزموجودات خاک، راه‌حلی پایدار برای غلبه بر مشکلات زیست‌محیطی ناشی از تلفات عناصر غذایی و افزایش عملکرد به دلیل عدم وجود کودهای شیمیایی در کشت‌بوم‌های فعلی و آینده به‌شمار می‌رود. انواعی از باکتری‌های خاکزی موجود در ریزوسفر که می‌توانند رشد گیاهان را تحریک نمایند، در اصطلاح ریزوباکترهای محرک رشد گیاه[1] نامیده می‌شوند. Vinutha (2005) گزارش نمود تلقیح گیاه ریحان با گونه‌های مختلف باکتری نیتروژنوباکتر و قارچ گلوموس سبب افزایش زیست‌توده، سرعت رشد و میزان اسانس گیاه می‌شود. کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست‌توده ریحان شده و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (Banchio *et al*., 2009). Kumar *et al*, (2001) گزارش کردند کاربرد نیتروژنوباکتر نسبت به شاهد در گندم باعث ۱۲/۶درصد افزایش در عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. با توجه به نتایج آزمایش‌های محققان، مایه‌زنی با نیتروژنوباکتر به‌طور متوسط افزایشی در حدود ۱۰ تا ۷۰درصد در عملکرد گیاهان مختلف، به‌ویژه غلات را به‌دنبال داشت (Idris 2003 ; Vessey 2003). در تحقیقی کود زیستی نیتروژنی بر تمام پارامترهای رشدی ذرت و طول بلال اثر معنی‌داری داشت. در این آزمایش کود زیستی نیتروژنی با افزایش جذب عنصر نیتروژن در افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه ذرت نقش مؤثری داشت (Rojas *et al*., 2001). Murungu *et al*, (2004) نیز در مطالعه‌ای روی ذرت گزارش کردند که اثر بیوپراپمینگ بذر با کود زیستی نیتروکسین نیز بر صفت طول بلال اثر معنی‌دار مثبت دارد. نتایج تحقیق Sharma (2003) نشان داد که استفاده از نیتروژنوباکتر و باکتری‌های حل‌کننده فسفات روی برنج باعث افزایش معنی‌داری در وزن۱۰۰۰دانه برنج نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین اثر کودهای بیولوژیک حاوی نیتروژنوباکتر وآزوسپریلوم و باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر بر تعداد دانه در سنبله گندم نیز گزارش شده است (Celik *et al*., 2004).

بررسی اثرات تلقیح ریزوبیومی بر عملکرد و محتوای پروتئین شش رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) نشان داد که تعداد کل گره‌های ریزوبیومی هر گیاه، وزن۱۰۰دانه، عملکرد و محتوای پروتئین دانه‌ها به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت (Elsheik & Hadi, 1999). افزایش رشد لوبیا بر اثر تلقیح مشترک بذر با ریزوبیوم، سودوموناس و باسیلوس (Stajkovic *et al*., 2011) و افزایش عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) بر اثر تلقیح با PGPR حاوی شش نژاد باکتریایی از نتایج مطالعات دیگر محققان درخصوص کاربرد کودهای زیستی می‌باشد (Gholami *et al*., 2009). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتیCOS16 و ۲۱۶۷۶ انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانۀ تحقیقاتی دانشکدۀ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل‌شده در سال۱۳۹۴ انجام شد. گلدان‌ها در گلخانه در شرایط ۱۶ساعت روشنایی (دمای ۲۷-۲۵درجه سانتی‌گراد) و ۸ساعت تاریکی (۱۷-۱۵درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی۷۰درصد نگهداری شدند.

جهت انجام آزمایش، گلدان‌های ۶کیلوگرمی به ارتفاع ۳۰سانتی‌متر حاوی خاک، خاک‌برگ و ماسه بادی به ترتیب به نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۲۵درصد استفاده شد (جدول ۱).

بذور لوبیاچیتی به‌طور مستقیم با تراکم هشت عدد کاشته شدند. بذور مورد استفاده در آزمایش از مرکز ملی تحقیقات لوبیا خمین تهیه شدند. تلقیح بذور با کودهای بیولوژیک به روش استاندارد (Kennedy *et al*., 2004) به دور از نور مستقیم و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده[2]، همزمان

[1] PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria

[2] شرکت فن‌آوری زیستی آسیا

با کاشت انجام شد؛ بدین صورت که بذور به مدت ۱۵دقیقه در مایع تلقیح خیسانده شد. پس از سبزشدن و در مرحله ۳-۲ برگی، گیاهچه‌های هر گلدان طی دو مرحله تُنک شده و در نهایت سه بوته با آرایش مثلثی در گلدان‌ها باقی ماندند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: شش تیمار کودهای زیستی شامل ۱) نیتروکسین® (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp)، ۲) بیوفسفر® (PSB) (حاوی باکتری های حل‌کننده فسفات *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، ۳) باکتری همزیست لوبیا (*Rhizobium*، مجموعی از کودهای زیستی همزیست لوبیا)، ۴) ترکیب کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر ۵)، ۶۰کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۶) تیمار شاهد و عامل دوم شامل دو رقم لوبیا به نام‌هایCOS16 و ۲۱۶۷۶ بود. قابل ذکر است که بسته‌بندی تجاری هریک از کودهای عنوان‌شده به صورت مایع و در بطری‌های یک لیتری بود و بذور قبل از کاشت به تیمارهای ذکرشده آغشته شدند. برای کنترل مگس سفید و کنه در سه مرحله اقدام به سم‌پاشی با سموم اویست و تاکامی به صورت ترکیبی و به ترتیب با نسبت‌های ۱ و ۰/۵ در ۱۰۰۰ طی دو مرحله و نیز یک مرحله از کنه‌کش پروتئوس با نسبت ۲ در ۱۰۰۰ استفاده شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

Table 1. Some of physicochemical traits of experimental soil

نمونه Sample	هدایت الکتریکی Ec	PH	منیزیم Mg	سدیم Na	کلسیم Ca	SAR	کربن آلی OC	نیتروژن N	پتاسیم K	فسفر P
	dS/m			meq.l^{-1}			%	%	ppm	ppm
Soil	2.3	7.3	12.2	15.3	10.0	5.8	0.71	0.142	209	12.5

نمونه‌برداری و صفات مورد مطالعه

تاریخ کاشت ۱۵اردیبهشت بود و نمونه‌گیری و اندازه‌گیری صفات از میانگین بوته‌های هر گلدان در ۵شهریور انجام شد. حجم ریشه، مجموع طول ریشه، قطرریشه، سطح ریشه و وزن خشک ریشه صفاتی بودند که پس از استخراج ریشه از گلدان، شستشو و اندازه‌گیری شدند. قطر ریشه، سطح ریشه و مجموع طول ریشه به وسیله دستگاه اسکن ریشه[1] پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اندازه‌گیری شد. حجم به روش استوانه مدرج و وزن خشک در آخرین مرحله و پس از قرارگرفتن ۴۸ساعت در آون با دمای ۷۰درجه سانتی‌گراد توزین و محاسبه شد. صفات مربوط به اندام‌های هوایی نیز شامل ارتفاع، وزن خشک کل، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف دریک مرحله و در انتهای فصل اندازه‌گیری و به صورت میانگین سه گیاه موجود در هرگلدان ثبت شد.

داده‌های حاصل از نمونه برداری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، Sigmaplot Ver.12 و Excel Ver. 11 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک ریشه

اختلاف ارقام از نظر وزن خشک ریشه در سطح ۱درصد و تیمارهای کودی در سطح ۵درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان وزن خشک ریشه مربوط به نیتروکسین با ۱/۳گرم و کمترین میزان مربوط به کود بیولوژیکی باکتری همزیست لوبیا با ۱ گرم بود (شکل ۱). همچنین رقم۲۱۶۷۶ با میانگین ۱/۲گرم وزن خشک بیشتری نسبت به رقم COS16 با میانگین ۱ گرم به خود اختصاص داد. توسعۀ سیستم ریشه‌ای، بهبود جذب آب و عناصر غذایی Parvizi & Nabati (2004) تنها گوشه‌ای از ظرفیت‌های کودهای زیستی درکشاورزی نوین است. باکتری‌های محرک رشد می‌توانند وزن گیاه و ریشه و راندمان جذب نیتروژن را در گیاهان افزایش دهند (Dobbelaere *et al.*, 2002).

Sokuhfar *et al*, (2008) اظهار داشتند مادۀ خشک ریشه و مادۀ خشک اندام‌های هوایی سویا در نتیجه تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. Tajik Khaveh *et al*, (2011) گزارش کردند بیشترین وزن خشک ریشه سویا در شرایط تنش خشکی مربوط به تیمار ترکیبی کودهای بیولوژیک بوده است. Parsa *et al*, (2008) عنوان داشتند به نظر می‌رسد حضور باکتری‌های دیازوتروف، از طریق تولید هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاه و اختصاص

۱- Root scanner

کربن بیشتر به ریشه می‌شود. بـه نظـر مـی‌رسـد اثـر کودهـای زیستی در بهبود خصوصیات خاک نظیـر محتـوای مـاده آلـی و افزایش دسترسـی عناصـر نیتـروژن، فسـفر، پتاسـیم و عناصـر ریزمغذی در توسعه سیستم ریشه گیاه و در پی آن افزایش وزن خشک ریشه اثرگذار بوده است.

سطح ریشه

اختلاف موجود بـین ارقـام و تیمارهـای کـودی در سـطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم۲۱۶۷۶ در ایـن صـفت بـا ۳۵سانتی‌مترمربع برتر از COS16 بـا ۳۰سـانتی‌مترمربـع بـود. بیشترین میزان سطح ریشه در تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین با ۴۰سانتی‌مترمربع به‌دست آمد (شکل ۲). این درحـالی اسـت که بین سایر تیمارهای کودی تفاوتی وجـود نداشـت. کودهـای زیستی و مواد هورمـونی حاصـل از آن سـبب فراهمـی عناصـر غذایی و رشد مناسب گیاهان مورد مطالعه شد. سطح ریشـه‌هـا نیز متأثر از تسریع در فرآیند دسترسی به عناصر غذایی و سبب گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه شد.

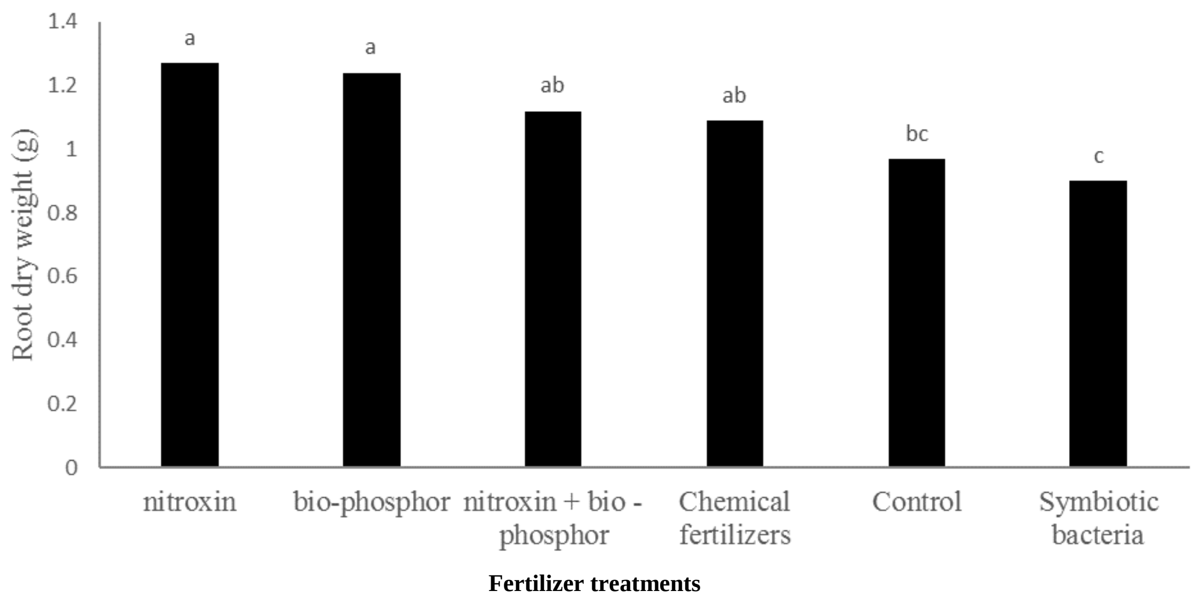
جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های وزن خشک، سطح، قطر، مجموع طول، وزن تر و حجم ریشه

Table 2. Analysis of variance for dry weight, surface, diagonal, length and volume of root indices

منابع تغییر **Source of variation**	درجه آزادی **df**	وزن خشک ریشه **Root dry weight**	سطح ریشه **Root surface**	قطر ریشه **Root diagonal**	مجموع طول ریشه **Root sum length**	حجم ریشه **Root volume**
Replication تکرار	5	0.1	0.6	0.001	38.88	0.19
Variety رقم	1	0.4**	3.84**	0.21**	2210.1**	10.02**
Fertilizer کود	5	0.12*	1.13**	0.01*	420.4**	4.56**
رقم x کود Fertilizer×Variety	5	0.072^ns^	0.21^ns^	0.013^ns^	196.95^ns^	2.29^ns^
Error خطا	22	0.035	0.2	0.006	96.88	0.89
Total کل	35	0.068	0.46	0.015	214.47	1.83

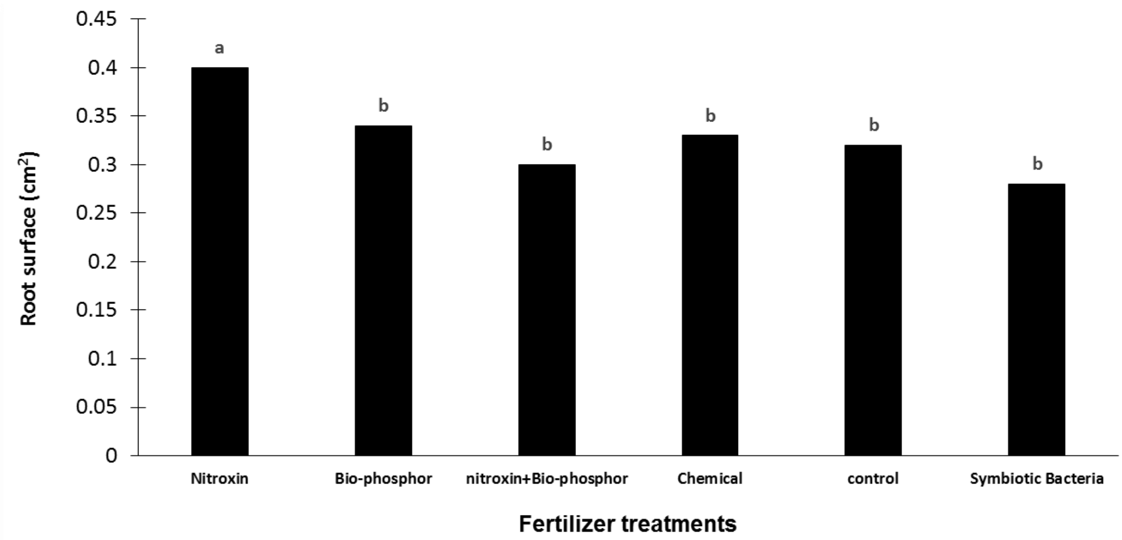
ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.



شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک ریشه لوبیا

Fig. 1. The effect of fertilizer treatments on bean root dry weight

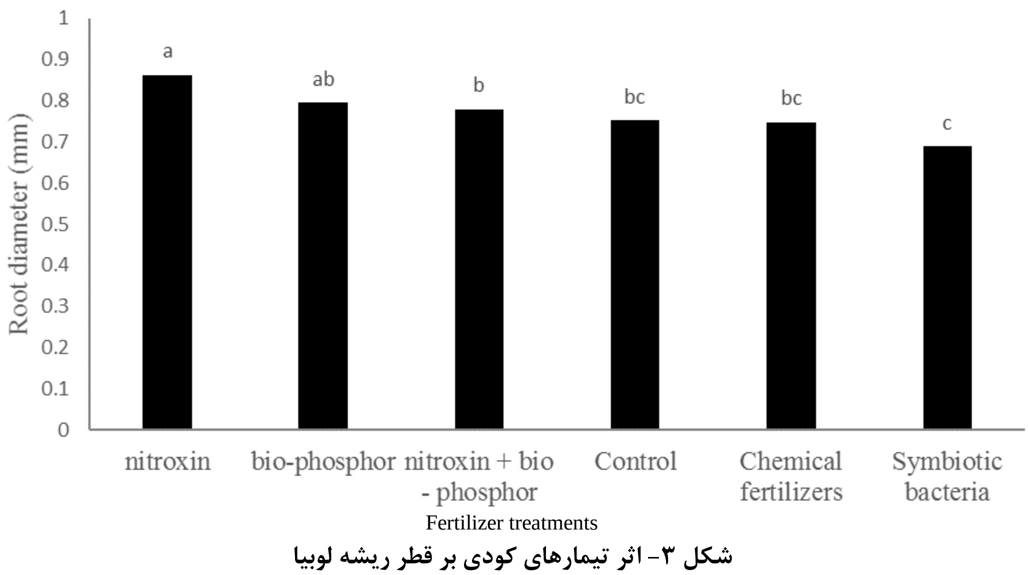


شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر سطح ریشه لوبیا

Fig. 2. The effect of fertilizer treatments on bean root surface

قطر ریشه

صفت قطر ریشه در ارقام در سطح ۱درصد و در تیمارهای کودی در سطح ۵درصد دارای تفاوت‌های معنی‌دار بودند (جدول ۲). رقم۲۱۶۷۶ در مقایسه با رقم COS16 دارای ریشه‌های قطورتری بود، درحالی‌که بیشترین قطر ریشه در تیمار کودی نیتروکسین و باکتری همزیست لوبیا کمترین میزان قطر را دارا بودند (شکل۳). کودهای زیستی توانمندی بسیاری در ایجاد موازنه عناصر غذایی چون فسفر و نیتروزن داشته و اثرات کاربرد آنها در جذب عناصری چون پتاسیم و فسفر از خاک شناخته شده است (Mehrpouyan *et al.*, 2010. وجود عناصر یادشده به همراه اثرات غیرمستقیم ویتامین‌ها و هورمون‌های تولیدشده در ضمن فعالیت‌های باکتریایی کودهای زیستی نقش مؤثری در رشد سلولی و افزایش قطر ریشه داشته است. از طرفی در آزمایشی Daneshian *et al*, (2010) نشان دادند که بالاترین قطر ریشه با ۳/۹۶سانتی‌متر از مصرف ۲۵درصد کود نیتروژن به همراه ۳۰تن کود دامی (بیشترین مقدار کود دامی) به دست آمد. آن‌ها اظهار داشتند کودهای آلی بزرگ‌شدن سلول و تقسیم سلولی را تسریع و بهبود می بخشند.

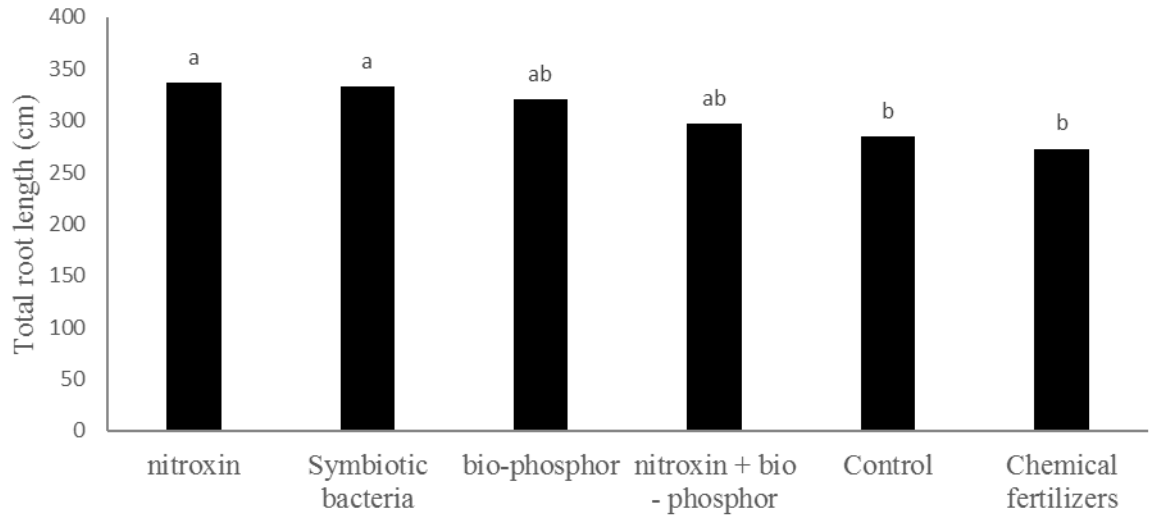


شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر قطر ریشه لوبیا

Fig. 3. The effect of fertilizer treatments on bean root diameter

مجموع طول ریشه

مجموع طول ریشه در ارقام و تیمارهای کودی در سطح ۱درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲). رقم COS16 با ۳۳۰سانتی‌متر ریشه‌های طویل‌تری به نسبت رقم۲۱۶۷۶ داشت و کود زیستی نیتروکسین بیشترین تأثیر را در افزایش طول ریشه به مقدار ۳۴۵سانتی‌متر داشت (شکل۴). Cardoso & Kuyper, (2006) عنوان کردند که کود بیولوژیک (میکوریزایی) سبب رشد ریشه و در پی آن تشکیل یک نظام گسترده جذب آب می‌شود. Jahan *et al,* (2010) گزارش کردند تلقیح کدو پوست‌کاغذی با نوعی باکتری (گلوموس) سبب افزایش طول ریشه در مقایسه با گروه شاهد شد. Tilak *et al,* (2005) عنوان داشتند باکتری آزوسپیریلوم رشد ریشه را در ارزن مرواریدی افزایش داد. Barea *et al,* (2002) در تحقیق خود بر روی ذرت و علف‌چمنی نتایج مشابهی را عنوان کردند. محققانی نظیر Kapulnik *et al,* (1985)؛ Narula *et al,* (2000) و Ravi *et al,* (2001) نیز اثر تلقیح با نیتروژنوباکتر را روی طول ریشه در گندم مثبت گزارش کردند و آن را به تولید هورمون‌های محرک رشد توسط نیتروژنوباکتر نسبت دادند. Sarige *et al,* (1992) و Fulchieri & Frioni, (1994) نیز به ترتیب گزارش‌هایی را مبنی بر افزایش طول ریشه‌های سورگوم و ذرت ارائه دادند. باکتری‌های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل‌کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و کم‌مصرف موردنیاز گیاه با ساخت و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی‌بیوتیک‌ها موجب توسعه و رشد ریشه و اندام هوایی می‌شوند (Darzi *et al*., 2008). Fallahi *et al,* (2009) گزارش کردند که افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه در اثر تلقیح با آزوسپرولیوم به دلیل افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده در اثر هورمون‌ها و برخی ماکرومولکول‌های تولیدشده توسط باکتری می‌باشد. در نهایت اثر تنظیم‌کنندگی کودهای زیستی، در کنار تولید مواد ثانویه‌ای چون هورمون‌های گیاهی، ویتامین‌ها وآنتی‌بیوتیک‌ها فضای مناسبی برای افزایش طول ریشه را فراهم می‌آورد.



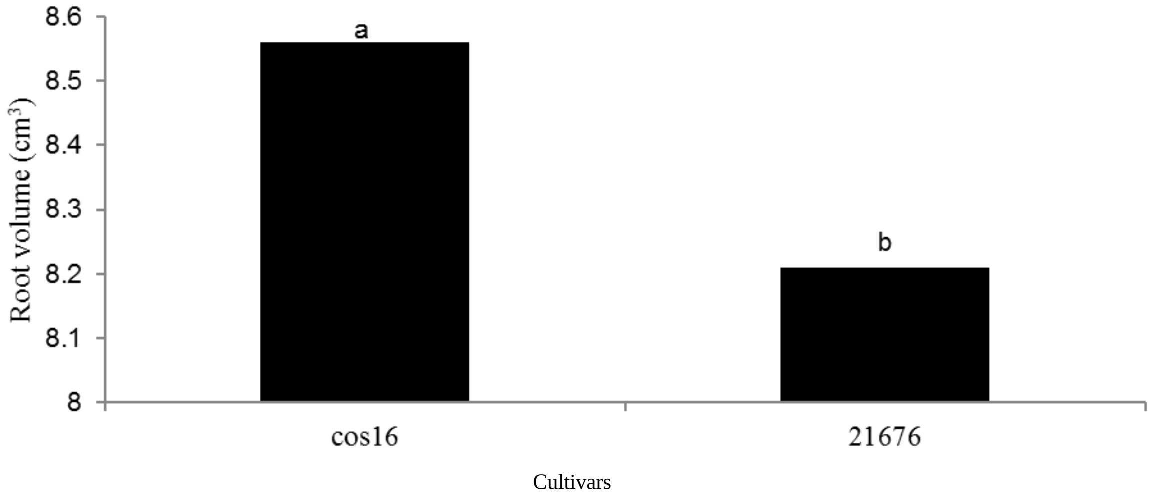
شکل ۴- اثر تیمارهای کودی بر مجموع طول ریشه لوبیا

Fig. 4. The effect of fertilizer treatments on bean total root length

حجم ریشه

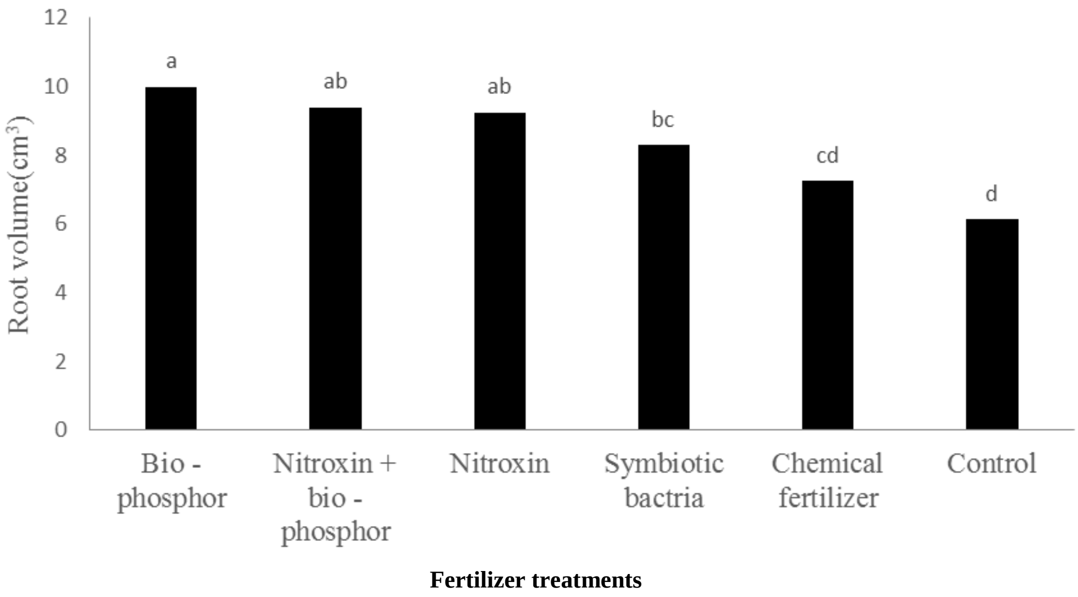
ارقام و تیمارها در سطح ۱درصد دارای تفاوت‌های معنی‌داری بودند (جدول ۲). رقم COS16 ریشه‌های حجیم‌تری نسبت به رقم۲۱۶۷۶ داشت (شکل۵) و تیمار کودی بیوفسفر نیز بیشترین اثر در افزایش حجم را به خود اختصاص داد (شکل ۶). تحقیق انجام‌شده توسط Rezvan Beidokhti *et al*., (2009) نیز حاکی از اثرات مثبت کودهای بیولوژیک در افزایش حجم ریشه‌های گندم داشت. گونه‌های مختلف باکتریایی موجود در کودهای زیستی از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند (Abdul Jaleel *et al*., 2007). حال این در بخش ریشه می‌تواند خود را به شکل افزایش حجم ریشه، طول و سایر پارامترهای مرتبط نشان دهد. فسفات جذب‌شده در خاک را به دو بخش عمده قابل و غیرقابل

دسترس تقسیم‌بندی می‌کنند. غلظت فسفات در محلول خاک و حفظ این غلظت تأثیری به‌سزایی در رشد گیاه دارد. هر گاه سایر عوامل محدودکننده نباشند، رشد گیاه با مقدار فسفات جذب‌شده به وسیله ریشه مناسب است.



شکل ۵- اثر ارقام لوبیا بر حجم ریشه

Fig. 5. The effect of treatment on bean varieties roots volume



شکل ۶- اثر تیمارهای کودی بر حجم ریشه

Fig. 6. Effect of treatment of fertilizers on root volume

وزن خشک کل

اثر رقم و تیمارهای کودی از نظر وزن خشک در سطح ۱درصد و اثر متقابل آنها نیز در سطح ۵درصد تفاوت معنی‌دار را نشان داد (جدول ۳). Mall & Patidar (2004) در بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر خصوصیات گیاه سورگوم بیان داشتند که تیمار آزوسپریلیوم و حل‌کننده فسفات به‌دلیل تأثیر مثبت بر رشد گیاه، باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شدند. دراین صفت نیز بیوفسفر بیشترین وزن خشک کل و باکتری همزیست کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). درمورد اثرات متقابل نیز رقم COS16 تلقیح‌شده با کودبیولوژیک بیوفسفر بیشترین میزان وزن خشک کل و همین رقم در تیمار کنترل، کمترین میزان را به خود اختصاص داد (شکل ۸). گزارش Rajaei *et al*, (2007) در گیاه رازیانه نیز حاکی از آن است که حداکثر وزن خشک بوته در تیمار کاربرد

نیتروژنوباکتر، آزوسپریلیوم به‌دست آمد. چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و ترشح انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسیدهای آلی) و نیز افزایش فراهمی عناصر غذایی (Kartikian *et al*., 2007) سبب افزایش فتوسنتز و در نهایت بهبود ماده خشک می‌گردد.

وزن خشک برگ

در این صفت تیمارهای کودی در سطح ۱درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بیشترین آن مربوط به تیمار بیوفسفر و کمترین آن در تیمار باکتری همزیست مشاهده شد (شکل ۹). بعد از نیتروژن عنصر فسفر مهم‌ترین عنصر غذایی ضروری و پرمصرف مورد نیاز گیاه بود و مهم‌ترین نقش آن در فرآیند تولید و انتقال انرژی است.

فسفر در انتقال انرژی در گیاهان نقش دارد، بنابراین در فعالیت متابولیکی گیاه نقش داشته و به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد و تخصیص مواد از این طریق تأثیر می‌گذارد. کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن نیز اساساً با تحریک رشد رویشی گیاه علاوه بر افزایش سطح برگ موجبات افزایش وزن برگ را نیز فراهم می‌آورد (Darzi *et al*., 2010).

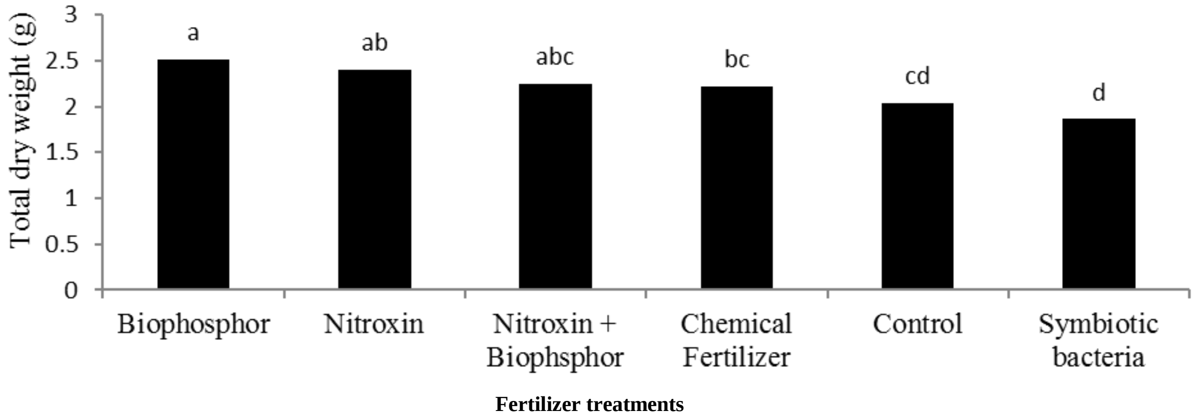
جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های وزن خشک کل، وزن خشک برگ، ارتفاع، تعداد غلاف دربوته و تعداد دانه درغلاف

Table 3. Analysis of variance total dry weight, leaf dry weight, height, number of pods per plant and the number of seeds per pod

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک کل Total dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	ارتفاع Height	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف The number of seeds per pod
Replication تکرار	2	0.01	0.004	121.33	0.77	0.33
Variety رقم	1	0.46**	0.043^{ns}	324**	3.36**	6.25**
Fertilizer کود	5	0.33**	0.1**	122.35**	9.96**	18.25**
رقم × کود Fertilizer×Variety	5	0.11*	0.011^{ns}	78.9**	0.49^{ns}	0.38*
Error خطا	22	0.032	0.012	7.56	0.26	0.12
Total کل	35	0.098	0.026	49.77	1.79	2.93

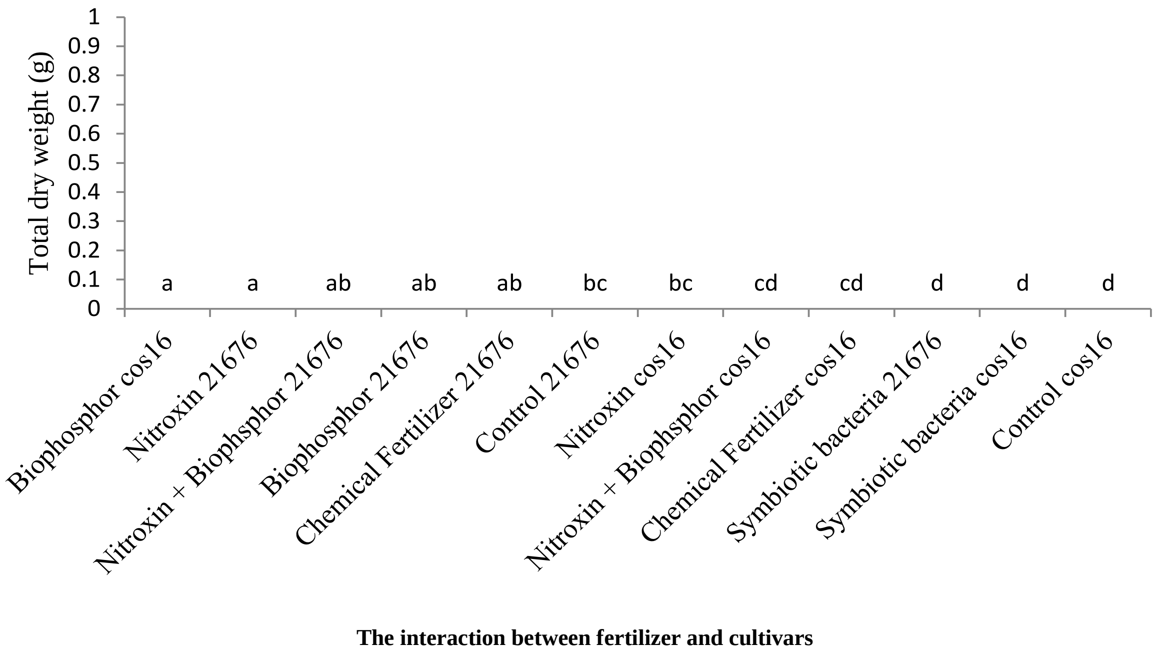
ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively



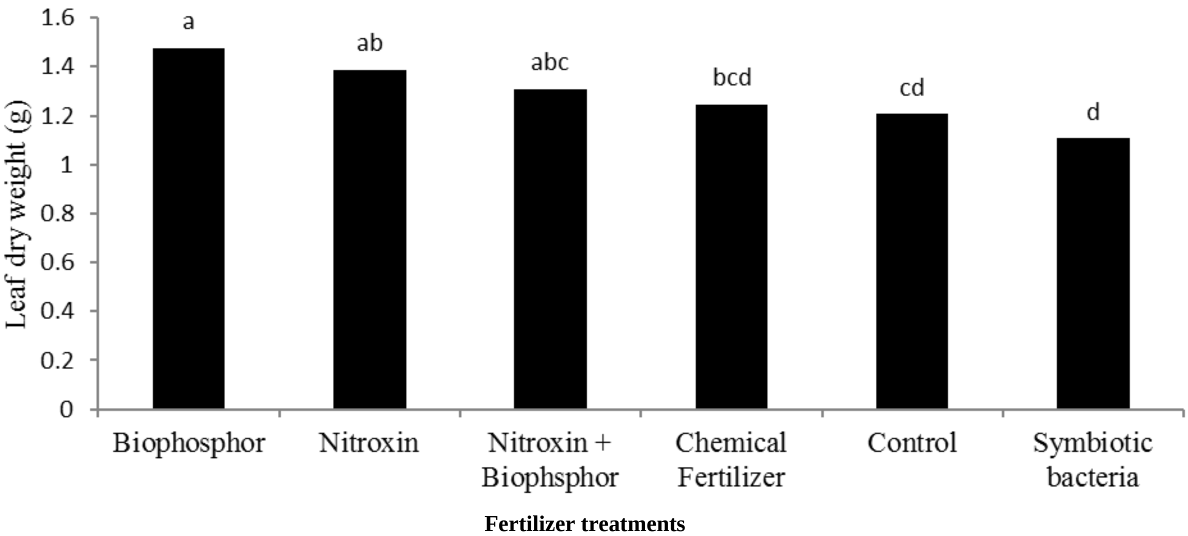
شکل ۷- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک کل لوبیا

Fig. 7. Effect of fertilizer treatments on Bean total dry weight



شکل۸- برهمکنش تیمارهای کودی و رقم بر وزن خشک کل لوبیا

Fig. 8. Interaction of fertilizers and cultivar on bean total dry weight



شکل ۹. اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک برگ لوبیا

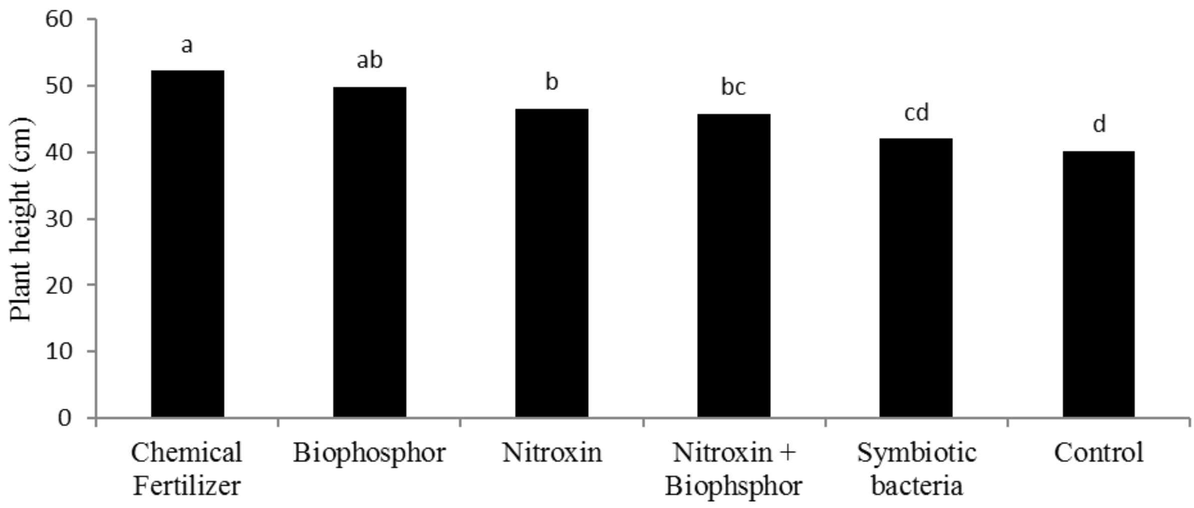
Fig. 9. Effect of fertilizer treatments on bean leaf dry weight

از آنجایی که نیتروژن یکی از اجزای اصلی کلروفیل می باشد، به نظر می‌رسد تأمین مقادیر کافی از این عنصر موجب افزیش کلروفیل و در نتیجه افزایش رشد و وزن خشک برگ گردیده است.

ارتفاع بوته

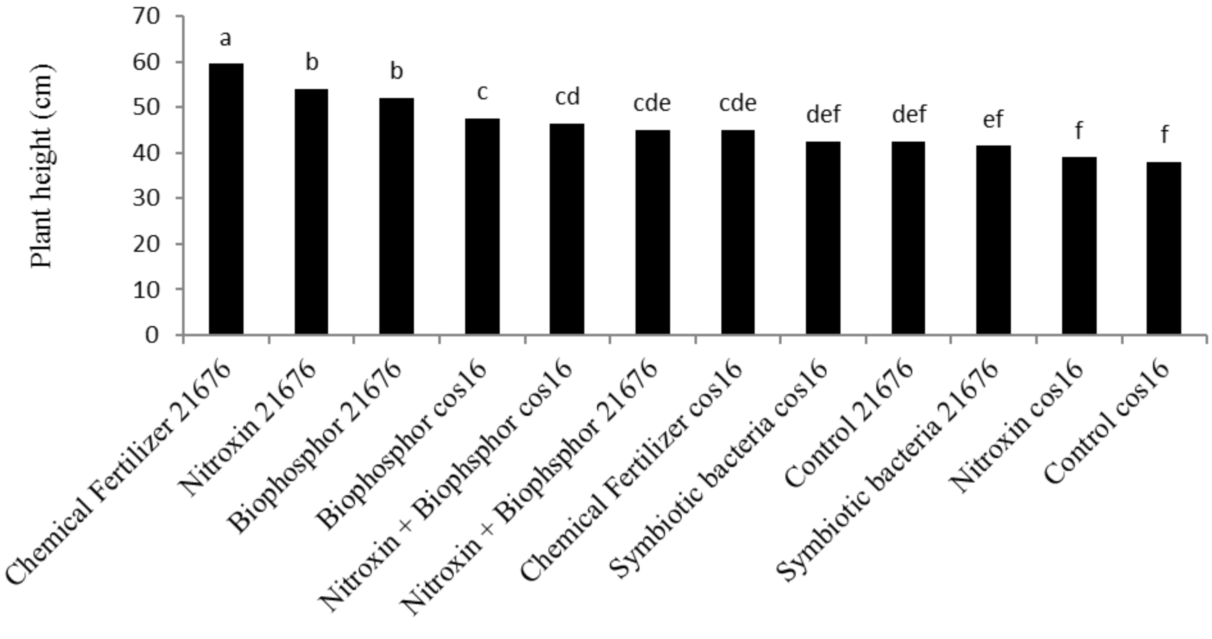
در این صفت تیمارهای کودی، ارقام و اثرات متقابل در سطح ۱درصد دارای تفاوت‌های معنی‌دار بودند (جدول ۳). بیشترین ارتفاع مربوط به کود شیمیایی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱۰). رقم۲۱۶۷۶ ارتفاع بیشتری نسبت به COS16 داشت و در مورد اثرات متقابل نیز کود شیمیایی و رقم۲۱۶۷۶ بیشترین و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد و رقم COS16 حاصل شد (شکل ۱۱). Brik & Gosoami (2003) گزارش کردند که تلقیح بذرهای گندم با آزوسپیریلوم تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و طول سنبله گندم داشت. (2009) Ardekani نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتری‌های

محرک رشد را در گندم گزارش کردنـد. Makizadeh (2010) گزارش کرد که ارتفاع گیاه شوید تحـت تـأثیر تیمارهـای کـود زیستی و شیمیایی قرار گرفت و از آنجا که کود شیمیایی سبب افزایش رشد رویشی گیاه و به تبع آن افزایش طـول گیـاه مـی گردد، بیشترین میزان ارتفاع گیاه مربوط به کود شیمیایی بـود، هرچند که اثر ایـن تیمـار بـا تیمـار کـود زیسـتی نیتروکسـین معنی‌دار نبود.



شکل ۱۰- اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع گیاه لوبیا

Fig. 10. Effect of fertilizer treatments on bean plant height



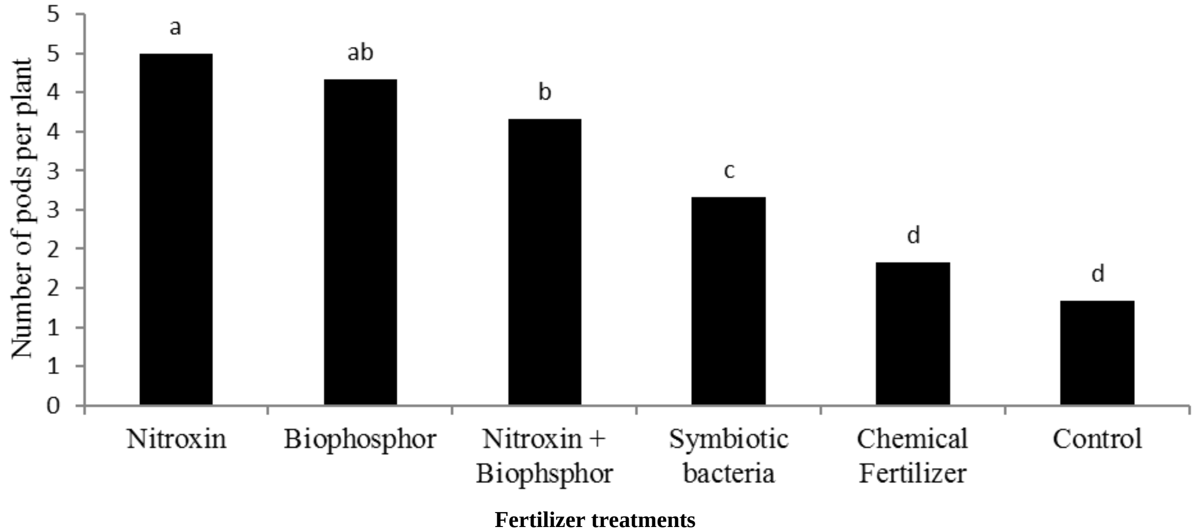
شکل ۱۱- برهمکنش تیمارهای کودی و رقم بر ارتفاع گیاه لوبیا

Fig. 11. Interaction of fertilizers and cultivar on bean plant height

تعداد غلاف در بوته

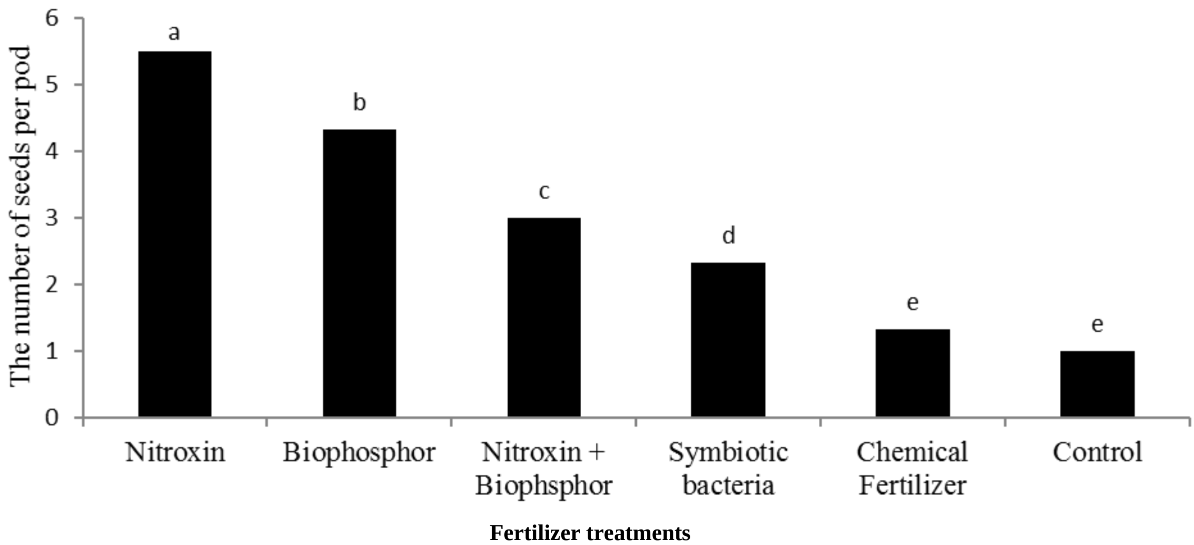
اختلاف تیمارهای کودی و ارقام لوبیا از نظر تعـداد غـلاف در بوته در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جـدول ۳). نیتروکسـین بیشترین میـزان غـلاف و شـاهد کمتـرین (۵۰درصـد کـاهش) میـزان غـلاف را نشـان داد (شـکل۱۲). رقـم COS16 غـلاف بیشتری به نسبت رقم۲۱۶۷۶ داشـت. نتـایج تحقیقـی بـر روی

نقش کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم نشان داد تلقیح نخود با کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری روی تعداد غلاف و وزن۱۰۰دانه داشت (Solimane & Asgharzadeh, 2010) و کودهای زیستی به دلیل توانایی در افزایش جذب فسفر نامحلول موجود در خاک، در مرحله زایشی و باروری گیاه تأثیر دارد (Sterada *et al*, 2003).



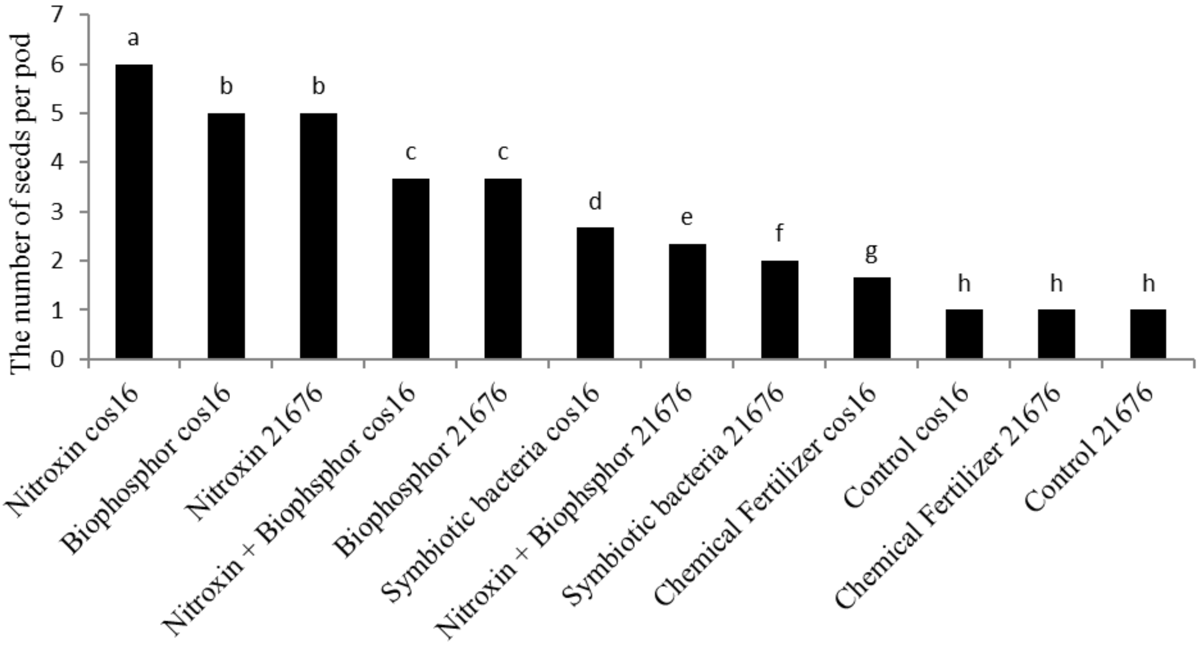
شکل ۱۲- اثر تیمارهای کودی بر تعداد غلاف لوبیا

Fig. 12. Effect of fertilizer treatments on bean number of pods



شکل۱۳- اثر تیمارهای کودی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا

Fig. 13. Effect of fertilizer treatments on bean number of seeds per pod



The interaction between fertilizer and cultivars

شکل۱۴- برهمکنش رقم و تیمارهای کودی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا

Fig. 14. Interaction of cultivars and fertilizer treatments on bean number of seeds per pod

تعداد دانه در غلاف

در این صفت تیمارهای کودی و ارقام در سطح ۱درصد و اثرات متقابل آنها در سطح ۵درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳ و شکل‌های ۱۳ و ۱۴). در انستیتو تحقیقات کشاورزی هندوستان، تحقیقات بسیاری در استفاده از فسفوباکترین روی گندم، شبدر برسیم، ذرت، دال‌عدس و برنج در شرایط زراعی انجام شده است. نتایج نشان داد که تحت شرایط زراعی متفاوت از کل تعداد ۳۷آزمایش زراعی انجام شده، عملکرد گیاهان در ۱۰آزمایش در مقایسه با شاهد به‌طور محسوسی افزایش داشت (Asadi Rahmane *et al*, 2005). کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن نیز با تحریک رشد گیاه زمینه افزایش تعداد دانه درغلاف را فراهم می‌آورند. در اثر متقابل تیمارهای کودی و ارقام بیشترین تعداد دانه درغلاف در تیمار نیتروکسین COS16 و کمترین میزان در شاهد و رقم۲۱۶۷۶ (۸۰درصد کاهش) به‌دست آمد (شکل‌های ۱۳ و ۱۴). رقم COS16 تعداد دانه بیشتری به نسبت ۲۱۶۷۶ در غلاف‌های خود داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تأثیر کودهای مورد آزمایش بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی رقم۲۱۶۷۶ در صفات مورد بررسی نسبت به رقم COS16 واکنش بهتری داشت و در بین کودهای استفاده‌شده کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر نیز بیشترین اثر را بر تغییر کمّی صفات از خود نشان داد. به نظر می‌رسد باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp. که اصلی‌ترین محتویات کود زیستی نیتروکسین را شامل می‌شوند، به دلیل توانایی بالا در تثبیت نیتروژن و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه همچون فسفر، پتاسیم، تولید سیدروفور و محلول‌سازی آهن، سنتز فیتوهورمون‌ها از جمله اکسین، سیتوکینین، جیبرلین و سنتز آنزیم‌هایی که رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اثرات مثبتی بر صفات مورد بررسی به‌خصوص در رقم۲۱۶۷۶ نشان دادند. ولی به‌نظر می‌رسد علت تأثیر کمتر سایر کودها در فراهمی عناصر غذایی به‌دلیل نیاز به بازه زمانی بیشتر باشد، به‌طوری‌که کودهای حاصل از همزیستی برای تأمین فسفر و نیتروژن در سال دوم به بعد برای گیاه زراعی مفیدتر می‌باشند.

منابع

1. Banchio E, Xie X, Zhang H., and Pare, P.W. 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 653-657.
2. Bashan, Y. 2005. Fresh-weight measurements of roots provide inaccurate estimates of the effects of plant growth promoting bacteria on root growth: a critical examination. Soil Biology Biochemistry 37: 1795-1804.
3. Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research 78: 59-67.
4. Daneshian, J., Rahmani, N., and Alimohammadi, M. 2002. The impact of the application of manure and nitrogen on physiological characteristics of marigold plants (*Calendula officinalis* L.) under drought stress. The New Findings Agriculture 6: 232-240. (In Persian with English Summary).
5. Darzi, M., Ghalavand, O.R., and Rejali, P. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and bio-fertilizer phosphate flowering, biological yield and root symbiosis on fennel. Iranian Journal of Crop Sciences 10: 88-109. (In Persian with English Summary).
6. Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., and Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Journal of Horticultural Science 124: 62-66.
7. Gholami Sharafkhaneh, A. 1392. The effect of organic fertilizer, chemical and biological uptake and use efficiency of light in Savory (*Satureja hortensis* L.). MSc. Thesis Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
8. Idris, M. 2003. Effect of integrated use of mineral, organic N and Azotobacter on the yield, yield components and N-nutrition of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 6: 539-543.
9. Kader, M.A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal Biology Science 2: 259-261.
10. Kok, B. 1998. Procedure for estimating ratio of live to dead dry matter in root core samples. Crop Science 58: 128-132.
11. Koochki, A. 1997. Sustainable agriculture, insight or method? Journal of Agricultural Economics and Development 20: 53-72. (In Persian with English Summary).
12. Kumar, V., Behl, R.K., and Narula, N. 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azetobacter chroococcum* in the rhizospher and their effect on wheat culunder green house conditions. Department of Microbiology, CCS Haryana Agricultural University, Hysar Microbiology Research 156: 87-93.
13. Malakoti, M.J., and Gaebi, M.N. 1379. Determination of Critical Levels of Nutrients in Strategic Products, Agricultural Education Publishing, Karaj, Iran (In Persian with English Summary).
14. Murungu F.S., Chiduza, C., Nyamugafata, P., Clark, L.J., Whalley, W.R., and Finch-Savage, W.E. 2004. Effects of on farm seed priming on consecutive daily sowing decisions on the amgen and growth of the maize in semi-arid Zimbabwe. Field Crop Research 89: 49-57.
15. Newman, E.I. 1994. Relationship between root growth of flax and water potential. New Phytologist Journal 65: 273-283.
16. Okon, Y., and Labandera, C. 1994. Agronomic application of Azospirillum: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biology and Biochemistry 26: 1591-1601.
17. Ramazanian, A. 2005. Introduction of rhizobium bacteria as Plant Growth Promoting Regulators (PGPR). (Abstracts). In: Abstract Book of First Iranian Pulse Crop Symposium, November 20, Ferdowsi University of Mashhad. p. 233. (In Persian with English Summary).
18. RezvaniMoghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and Moradi, R. 2010. Effects of chemical fertilizer and organic manure on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different densities. Journal Agroecology 2(2): 256-265. (In Persian with English Summary).
19. Rojas, A., Holguin, G., Glick, B., and Bashan, Y. 2001. Synergism between Phyllobacterium spp. (N_2-Fixer), and *Bacillus licheniformis* (P-Solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere, FEMS. Microbiology and Ecology 35: 181-187.
20. Saleh Rastin, N. 2001. The role of biological fertilizer to reaching to sustainable agriculture. Journal of Water and Soil 23: 19-23. (In Persian with English Summary).
21. Schultze, M. 1998. Regulation of symbiotic root nodule development. Annual Review Genetics 32: 33-57.
22. Sharma, A.K. 2003. Biofertilizer for Sustainable Agriculture. Agrobios (India). ISBN-10: 8177541188.

23. Srmdnya, Gh., and Koochki, A. 1990. Crop Physiology. Publishing by Tehran University. p: 45-73. (In Persian with English Summary).
24. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
25. Vinutha, T. 2005. Biochemical studies on *Ocimum* sp. inoculated with microbial inoculants. MSc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
26. Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 97-168.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 204-219

Effects of biofertilizers on root and shoot characteristics of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Sanei[1], S., Goldani[2*], M. & Parsa[3], M.

1. Agroecology MSc. Student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, sa1239079@ymail.com
2. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, parsa@um.ac.ir

Received: 19 August 2016
Accepted: 3 May 2017

DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.57711

Introduction

Human as the greatest utilization of land resources without posterity note with the aim being to further develop the standard of living, and ultimately increase the health of the population is taken. So that in 2025 the world population will reach over 8.3 billion people. Since the 1950s, the process was accelerated population growth, Agriculture provides food and supplies to people. The use of chemical fertilizers also as an agent to increase the amount of spread. Accordingly, applying the methods of sustainable agriculture and ecological agriculture to lead the world is required (Kochaki *et al*., 2005). Many studies suggest that the issue of excessive use of chemical fertilizers, crop yield has been faced with a significant drop (Khaje Hosseini & Koocheki, 2008). The reason for this decline is attributable to the lack of balance acidity of the soil; reduce soil biological activity, physico-chemical properties of soil loss (Kaushik & Garg, 2003; Adediran *et al*., 2004). Loss of biodiversity and groundwater and surface water (Brar *et al*., 2008) pollution and climate change cited. The use of biofertilizers in addition to economic benefits reduces environmental pollution, reduce production costs and improve product quality implications (Aseri *et al*., 2008). In addition legume plants are an important source of plant protein, which is important for low-income community. The positive effects of bio-fertilizers, especially in the root zone is the maintenance of water and food. The aim of this study is to investigate the effects of biological and chemical fertilizers on root and shoot characteristics pinto bean cultivars is COS16 and 21676.

Materials & Methods

In order to evaluate the effect of biofertilizers on root characteristics of two varieties of beans, an experiment was conducted on factorial arrangement base on completely randomized design with three replications as in research greenhouses College of Ferdowsi University of Mashhad in 2014. In this test we used pots was filled 1:1:1 relatively ratio with leaf compost, soil and sand. The first factor was two varities pinto bean (COS16 and 21676) and the second factor was six treatments of bio-fertilizers include 1) Nitroxin® (containing bacteria Azotobacter sp. And Azospirillum sp), 2) Bio - Phosphorus ® (PSB) (containing phosphate solubilizing bacteria Bacillus sp., And Pseudomonas sp.), 3) bacteria coexist beans (Rhizobium), total organic fertilizers symbiotic beans), 4) compound fertilizers Nitroxin and Bio-Phosphorus, 5) 60 kg urea per hectare, and 6) control. Seeds was obtained from the National Research Center Beans Khomeini. Inoculating seeds with biofertilizers base on standard method (Kennedy *et al*., 2004) away from direct light and follow the manufacturer's recommendations, along with the planting was done. By watering each pot was half a liter bottles. At the end was measure all morphological roots and shoot traits.

Results & Discussion

Resulted of analysis variation showed that the highest and lowest root dry weight was achieved in nitroxin and symbiotic bacteria treatement respectively. The 21676 vareity root dry weight was more than the COS16 vareity. Nitroxin bio-fertilizer had the greatest impact on root length and COS16 variety was

***Corresponding Author:** goldani@um.ac.ir

longer than the 20676 variety. COS16 variety inoculated with bio-phosphorus fertilizer had the highest total dry weight. The COS16 variety was the lowest dry weight in control. The highest and lowest pods number recorderd in Nitroxin treatemnt and control, respectively. The highest umber of seeds per pod was in the treatment nitroxin and COS16, and the lowest in control and the 21676.

Conclusion

It seems that bacteria *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp. which is the main contents are included nitroxin bio-fertilizer, high in nitrogen fixation ability and the availability of nutrients needed by plants such as phosphorus, potassium, iron-siderophore production and Mhlvlsazy, the synthesis of phytohormones such as auxin, cytokinin, gibberellin the synthesis of enzymes that affect plant growth and development, especially in the 21676 positive effects on the traits of their own.

Keywords: Beans, Biofertilizers, Bio-phosphorus, Low-input agriculture, Nitroxin, Stability